



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104155521 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201310180044. 2

(22) 申请日 2013. 05. 15

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

申请人 北京市电力公司

(72) 发明人 段大鹏 刘弘景 任志刚 晋文杰

程序 郭鑫宇 齐伟强 张玉佳

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 吴贵明 张永明

(51) Int. Cl.

G01R 25/00 (2006. 01)

权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

相位差的确定方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种相位差的确定方法和装置,其中,该方法包括:获取第一路电压的有效值、第二路电压的有效值、和所述第一路电压和所述第二路电压之间的电压差的有效值;根据所述第一路电压的有效值、所述第二路电压的有效值、和所述电压差的有效值之间的关系确定所述第一路电压和所述第二路电压之间的相位差。本发明解决了相关技术中相位差的测量方法实现较为复杂,误差较大的技术问题,达到了降低复杂度和减少测量误差的技术效果。

获取第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值

S302

根据所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述电压差的有效值之间的关系确定所述第一路信号和所述第二路信号之间的相位差

S304

1. 一种相位差的确定方法,其特征在于,包括:

获取第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值;

根据所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述电压差的有效值之间的关系确定所述第一路信号和所述第二路信号之间的相位差。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述关系确定所述相位差包括:通过余弦定理计算所述相位差。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,通过以下公式计算所述相位差:

$$\varphi = \arccos \frac{U_1^2 + U_2^2 - U_{12}^2}{2U_1U_2}$$

其中, $\varphi$ 表示所述相位差, $U_1$ 表示所述第一路信号的电压有效值, $U_2$ 表示所述第二路信号的电压有效值, $U_1U_2$ 表示所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,获取第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值包括:

通过万用表测量测量所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,通过万用表测量测量所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值包括:

在待测系统的电压高于预定阈值的情况下,在电压互感器和/或电流互感器的二次侧通过所述万用表测量得到所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其特征在于,所述相位差的确定方法应用于电力系统电压相位差的确定。

7. 一种相位差的确定装置,其特征在于,包括:

获取单元,用于获取第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值;

确定单元,用于根据所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述电压差的有效值之间的关系确定所述第一路信号和所述第二路信号之间的相位差。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述确定单元包括:确定模块,用于通过余弦定理计算所述相位差。

9. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述确定模块包括:计算模块,用于通过以下公式计算所述相位差:

$$\varphi = \arccos \frac{U_1^2 + U_2^2 - U_{12}^2}{2U_1U_2}$$

其中, $\varphi$ 表示所述相位差, $U_1$ 表示所述第一路信号的电压有效值, $U_2$ 表示所述第二路信号的电压有效值, $U_1U_2$ 表示所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差。

10. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述获取单元包括:测量模块,用于通过

万用表测量所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值。

## 相位差的确定方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电子技术领域,具体而言,涉及一种相位差的确定方法和装置。

### 背景技术

[0002] 相位差是工业测控领域经常需要测量的参数,例如:电力系统中功率因数的测量、铁路系统中相敏轨道电路相位差的测量以及科氏质量流量计中的相位差测量等等。然而,相位差的测量又不同于传统的电压、电流信号或物位、温度量的测量。首先,相位差信号依附于电压或者是电流信号中,如何消除电压、电流、或频率的变化对相位差测量的影响是相位差测量中很重要的一个方面;其次,相位差是一个比较量,测量两路信号之间的相位差不仅需要保证两路信号的频率相同,而且要排除由于两路信号的幅值等因素不一致而导致的对测量造成的影响。

[0003] 目前,在电力系统中,经常需要对电压及电流之间的相位差进行测量,有时还需要测量三相电压或三相电流之间的相位关系,例如:如图 1 所示,测量两个方向交流电源同相之间的相位关系。常用的相位测量方法主要有两种:一种是基于硬件处理的直接测量方法,又称为相位-脉宽法,包括:示波直读法、李沙育椭圆图法、异或门电压测量法、异或门数字计数法;另一种是基于数字信号处理的软件测量方法,包括函数计算法、傅立叶变换法。

[0004] 下面对这几种计算相位差的方式进行具体描述:

[0005] 1) 示波器直读法,示波器直读法的测量原理是将同频率的两个正弦电压信号分别接到双踪示波器的两个通道,以其中一个通道作为触发源,直接读取两个信号的周期(即,图 1 中的  $T$ )及过零点的时间间隔(即,图 1 中的  $\Delta T$ ),再将其换算为弧度,即是两个正弦电压信号  $U_1(t)$  和  $U_2(t)$  的相位差,计算公式可以是  $\Delta\varphi = 360^\circ \times \frac{\Delta T}{T}$ ,其中,  $\Delta\varphi$  就是所需求的

相位差。然而,在这种测量和计算方式中,白噪声、过零点抖动、人眼读数误差等因素对该方法的测量结果都会产生较大的影响。另外,在实际的测量过程中,交流 380V/220V 的电压一般情况下不能直接与示波器测量通道连接,还需要增加降压与隔离措施,也给测量结果带来了一定的误差。

[0006] 2) 李沙育椭圆图法,李沙育椭圆图法的测量原理是将同频率的两个正弦电压信号分别接到双踪示波器的两个通道,以其中一个通道作为  $x$  轴,另一个通道作为  $y$  轴,便可以在示波器上得到一个椭圆,如图 2 所示,通过公式:

[0007] 
$$\Delta\varphi = \arcsin\left(\pm \frac{y_0}{Y_m}\right)_{x=0} = \arcsin\left(\pm \frac{x_0}{X_m}\right)_{y=0} = 2\arctg \frac{B}{A}$$
 即可得到两个信号的相

位差。同样,噪声干扰、过零点抖动、人眼读数误差等因素对该方法的测量结果的影响也很大。另外,实际测量过程中,交流 380V/220V 的电压一般情况下不能直接与示波器测量通道连接,还需要增加降压与隔离措施,也给测量结果带来了一定的误差。

[0008] 3) 异或门电压测量法,异或门电压测量法中,两路同频信号经过过零比较后,得到

两路同周期的方波,该两路方波经异或后得到的脉冲宽度与信号周期的比值(占空比)即对应为两信号的相位差。异或门电压测量法的原理是异或门输出的脉宽信号经过一个积分电路,通过脉冲对电容的充电的积分过程,将脉冲宽度转换成电容上的电压信号,然后同时测量该电压  $U_o$  及信号周期的积分电压  $U_i$ ,可以通过下述公式  $\Delta\varphi = 360^\circ \times \frac{U_o}{U_i}$  得到相位差。

[0009] 然而,异或门电压测量法需要将脉冲宽度转换成积分电容上的电压信号,由于采用电容充放电的测量形式,因此不能用于较高分辨率的测量。另外,积分电容上的漏电流、温漂的量化误差,导致这种相位差测量方法很难达到一个很高的精度。另外,由于积分电路的存在,降低了系统的采样速度,从而使得电路只能用于信号变化缓慢的低速系统。

[0010] 4) 异或门数字计数法,异或门数字计数法是通过微处理器或定时、计数器对异或门电压测量法中的脉冲宽度进行计数,然后,对比较器输出脉冲方波计数以得到整周期的计数  $N_i$ ,对异或门输出方波计数得到计数  $N_o$ ,这种方法相较于异或门电压测量法实现起来更为简单,通用性更强,按照公式  $\Delta\varphi = 360^\circ \times \frac{N_o}{N_i}$ , 根据得到的计数结果就可以求出相位差。

[0011] 然而,上述异或门电压测量法和异或门数字计数法这两种基于异或门的时间间隔法主要存在以下的问题:

[0012] 用比较器进行过零比较本身会存在较大的误差。为了避免信号在零点附近抖动,可以引入迟滞比较器,然而迟滞比较器的存在使得输出对输入信号的幅值更为敏感,信号输入的幅值越大,相移相对越小。为了在比较器之前滤除干扰信号,需要在信号输入级加入模拟滤波电路。首先,滤波电路将会给信号造成一部分不确定的相移,滤波电路的构成与输入信号的频率有关。其次,两路信号的滤波电路会存在不平衡的问题。再次,要考虑模拟滤波电路很难达到理想的滤波效果以及信号中若存在直流分量将会使得信号经过过零比较时会产生较大的偏差。同步地获取异或后脉冲宽度和信号的周期并测量它们,对于大多数微处理器而言较为困难。对于变化缓慢的信号,可以不需要进行同步测量,然而这样会产生误差,而对于瞬变的信号,这种测量方法就不是很合适了。

[0013] 5) 函数计算法,函数计算法的原理是首先将两个正弦电压信号相乘,然后将结果中的二次谐波分量滤除,仅余下直流分量,然后通过公式  $\Delta\varphi = \arccos\left(\frac{2M}{AB}\right)$  计算相位差,其中,  $M$  为直流分量,  $A$  为一个信号的幅值,  $B$  为另一个信号的幅值。

[0014] 然而,  $\Delta\varphi = \arccos\left(\frac{2M}{AB}\right)$  是从理论上分析求出的相位差,而实际上输入的两个信号都是带有各种谐波干扰的。这些干扰信号经过乘法运算之后会部分叠加到所求的直流分量上,因此在信号进行乘法运算之前和之后都需要对两路信号进行数字滤波。由于滤波器参数可以根据用户对滤波器性能的要求任意设计,参数精度可得到严格保证,也不会存在因元件老化而影响精度的问题,因此可以使得滤波环节给相位测量精度造成的影响减少到最小。

[0015] 通过函数计算法测量相位差的关键在于如何实现信号的乘法,传统的模拟乘法器存在非线性和带宽限制的问题。

[0016] 6) 离散傅立叶变换法, 离散傅立叶变换法是一种基于模拟 / 数字(A/D) 采样的软件测量和计算方法, 其基本原理是将两路信号首先进行 A/D 采样, 然后通过离散傅立叶变换计算得到两者基波的初相位, 然后通过反正切三角函数得到两路信号的相位差。利用离散付里叶变换可以从已失真的具有多次谐波和噪声的工频电压和电流信号中准确的工频电压和工频电流之间的相位差。

[0017] 如果信号频率是确定的, 那么可以直接对信号进行整周期采样。然而, 多数情况下, 测量信号的频率是不稳定的, 此时如何对信号进行采样是实现基于离散傅立叶变换的高精度相位差测量的关键。如果仍进行整周期采样, 则必须在采样前精密计算出信号周期, 从而计算出采样间隔, 才能实现整周期采样; 如果固定采样点数和采样间隔, 即采用非整周期的采样方法, 就必须通过合理设计窗函数来补偿由于非整周期采样带来的频率泄漏误差。

[0018] 由上述分析可知, 上述几种测量方法由于电路结构简单, 物理概念简明, 软件易于实现, 因此在相位差的测量技术中得到了广泛的应用。然而, 通过上述测量方法测量得到的结果不仅会受到信号波形、噪声干扰、人为读数等因素的影响, 而且也与测量电路中电子元器件的性能有很大的关系。因此, 通过上述几种方法进行相位差测量, 测量结果的精度和稳定性都很低, 同时上述几种方式都需要专门的测量仪器或者专业的测量装置, 测量电路的结构、现场的操作性等相对而言较为复杂。

[0019] 针对上述的问题, 目前尚未提出有效的解决方案。

## 发明内容

[0020] 本发明实施例提供了一种相位差的确定方法和装置, 以至少解决现有技术中的相位差的测量方法实现较为复杂, 误差较大的技术问题。

[0021] 根据本发明实施例的一个方面, 提供了一种相位差的确定方法, 包括: 获取第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值; 根据所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述电压差的有效值之间的关系确定所述第一路信号和所述第二路信号之间的相位差。

[0022] 优选地, 根据所述关系确定所述相位差包括: 通过余弦定理计算所述相位差。

[0023] 优选地, 通过以下公式计算所述相位差:  $\varphi = \arccos \frac{U_1^2 + U_2^2 - U_{12}^2}{2U_1U_2}$  其中,  $\varphi$  表示所

述相位差,  $U_1$  表示所述第一路信号的电压有效值,  $U_2$  表示所述第二路信号的电压有效值,  $U_{12}$  表示所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差。

[0024] 优选地, 获取第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值包括: 通过万用表测量测量所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值。

[0025] 优选地, 通过万用表测量测量所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值包括: 在待测系统的电压高于预定阈值的情况下, 在电压互感器和 / 或电流互感器的二次侧通过所述万用表测量得到所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述第一路

信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值。

[0026] 优选地,上述相位差的确定方法应用于电力系统电压相位差的确定。

[0027] 根据本发明实施例的另一方面,提供了一种相位差的确定装置,包括:获取单元,用于获取第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值;确定单元,用于根据所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述电压差的有效值之间的关系确定所述第一路信号和所述第二路信号之间的相位差。

[0028] 优选地,所述确定单元包括:确定模块,用于通过余弦定理计算所述相位差。

[0029] 优选地,所述确定模块包括:计算模块,用于通过以下公式计算所述相位差:

$$\varphi = \arccos \frac{U_1^2 + U_2^2 - U_{12}^2}{2U_1U_2} \text{ 其中, } \varphi \text{ 表示所述相位差, } U_1 \text{ 表示所述第一路信号的电压有效值, } U_2$$

表示所述第二路信号的电压有效值,  $U_1U_2$  表示所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差。

[0030] 优选地,所述获取单元包括:测量模块,用于通过万用表测量所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值。

[0031] 优选地,所述测量模块,还用于在待测系统的电压高于预定阈值的情况下,在电压互感器和/或电流互感器的二次侧通过所述万用表测量得到所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值。

[0032] 在本发明实施例中,通过测得的第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值就可以实现相位差的确定,解决了相关技术中相位差的测量方法实现较为复杂,误差较大的技术问题,达到了降低复杂度和减少测量误差的技术效果。

## 附图说明

[0033] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0034] 图 1 是根据相关技术的两个正弦波电压信号的相位差测量示意图;

[0035] 图 2 是根据相关技术的两个正弦波电压信号的相位差测量李沙育椭圆图法;

[0036] 图 3 是根据本发明实施例的相位差的确定方法的一种优选流程图;

[0037] 图 4 是根据本发明实施例的具有相位差的两路信号的相量图;

[0038] 图 5 是根据本发明实施例的相位差的确定装置的一种优选结构框图。

## 具体实施方式

[0039] 下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0040] 本发明实施例提供了一种优选的相位差的确定方法,如图 3 所示,包括以下步骤:

[0041] 步骤 S302:获取第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值、和所述第

一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值；

[0042] 步骤 S304：根据所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述电压差的有效值之间的关系确定所述第一路信号和所述第二路信号之间的相位差。

[0043] 在上述优选实施方式中，通过测得的第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值就可以实现相位差的确定，解决了相关技术中相位差的测量方法实现较为复杂，误差较大的技术问题，达到了降低复杂度和减少测量误差的技术效果。

[0044] 在电力系统中，各级电压、电流的相位测量可以归结为对电压相位差的测量。在本优选实施例中，可以按照余弦定理确定相位差，对于待测量的两路信号  $\dot{U}_1$  和  $\dot{U}_2$ ，两者的幅值可以不同，如果需要测量这两路信号的相位差，则这两路信号需要有一个公共点，假设相位差夹角为  $\varphi$ ，其相量图可以如图 4 所示。由图 4 可知，只要得到三角形三条边的长度，就可以应用余弦定理求得三角形中的夹角  $\varphi$ 。然而，如图 4 所示的三角形的三条边的长度分别对应两路信号的电压有效值  $U_1$  和  $U_2$ ，以及第一路信号和第二路信号之间的电压差的有效值  $U_{12}$ 。在确定上述  $U_1$ 、 $U_2$  和  $U_{12}$  的值之后，就可以按照以下公式确定相位差  $\varphi$ ：

[0045]

$$\varphi = \arccos \frac{U_1^2 + U_2^2 - U_{12}^2}{2U_1U_2}$$

[0046] 其中， $\varphi$  表示所述相位差， $U_1$  表示第一路信号的电压有效值， $U_2$  表示第二路信号的电压有效值， $U_1U_2$  表示所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值。

[0047] 对于上述第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值，以及上述电压差的有效值的测量，可以通过万用表进行测量，对于低压的系统（例如 0.4KV 的系统）就可以直接应用万用表进行测量，对于中高压的系统，则可以在电压互感器、电流互感器的二次侧进行测量。

[0048] 通过本实施例中的上述优选方式，降低了噪声干扰对测量结果的影响，消除了两路信号幅值差对测量结果的影响，也消除了中间信号处理回路对测量结果的影响，提高了测量的简易性、便捷性，同时也降低了测量所需的成本。

[0049] 在本实施例中还提供了一种相位差的确定装置，该装置用于实现上述实施例及优选实施方式，已经进行过说明的不再赘述。如以下所使用的，术语“单元”或者“模块”可以实现预定功能的软件和/或硬件的组合。尽管以下实施例所描述的装置较佳地以软件来实现，但是硬件，或者软件和硬件的组合的实现也是可能并被构想的。图 5 是根据本发明实施例的相位差的确定装置的一种优选结构框图，如图 5 所示，包括：获取单元 502 和确定单元 504，下面对该结构进行说明。

[0050] 获取单元 502，用于获取第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值；

[0051] 确定单元 504，与获取单元 502 耦合，用于根据所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述电压差的有效值之间的关系确定所述第一路信号和所述第二路信号之间的相位差。



[0052] 在一个优选实施方式中,如图 5 所示,上述确定单元 504 包括:确定模块 5042,用于通过余弦定理计算所述相位差。优选地,确定模块 5042 可以包括:计算模块,用于通过以下公式计算所述相位差:

$$\varphi = \arccos \frac{U_1^2 + U_2^2 - U_{12}^2}{2U_1U_2}$$
其中,  $\varphi$  表示所述相位差,  $U_1$  表示所述第一

路信号的电压有效值,  $U_2$  表示所述第二路信号的电压有效值,  $U_1U_2$  表示所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差。

[0053] 在一个优选实施方式中,如图 5 所示,上述获取单元 502 包括:测量模块 5022,用于通过万用表测量测量所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值。优选地,测量模块 5022,还用于在待测系统的电压高于预定阈值的情况下,在电压互感器和 / 或电流互感器的二次侧通过所述万用表测量得到所述第一路信号的电压有效值、所述第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值。

[0054] 在上述优选实施方式中,提出了一种基于余弦定理的电力系统正弦电压相位差的简易测量方法,在该方案中,通过万用表,分别测量电力系统两路信号的电压有效值以及两路信号之间电压差的有效值,利用这三个数值即可通过计算得到两路信号之间的相位差。通过这种方式无需示波器法的读数,可以消除人眼读数带来的误差,同时也不需要过零迟滞比较器,从而大大降低了噪声干扰、幅值等因素给测量结果带来的误差影响,也不需要积分电路、计数电路、降压隔离电路、过零比较器等,从而消除了中间处理回路对测量结果的影响,也不需要进行离散傅立叶变换,从而避免了非整周期采样及频谱泄漏的对测量结果带来的影响。

[0055] 在另外一个实施例中,还提供了一种软件,该软件用于执行上述实施例及优选实施方式中描述的技术方案。

[0056] 在另外一个实施例中,还提供了一种存储介质,该存储介质中存储有上述软件,该存储介质包括但不限于:光盘、软盘、硬盘、可擦写存储器等。

[0057] 从以上的描述中,可以看出,本发明实现了如下技术效果:通过测得的第一路信号的电压有效值、第二路信号的电压有效值、和所述第一路信号和所述第二路信号之间的电压差的有效值就可以实现相位差的确定,解决了相关技术中相位差的测量方法实现较为复杂,误差较大的技术问题,达到了降低复杂度和减少测量误差的技术效果。

[0058] 显然,本领域的技术人员应该明白,上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现,它们可以集中在单个的计算装置上,或者分布在多个计算装置所组成的网络上,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,并且在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0059] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

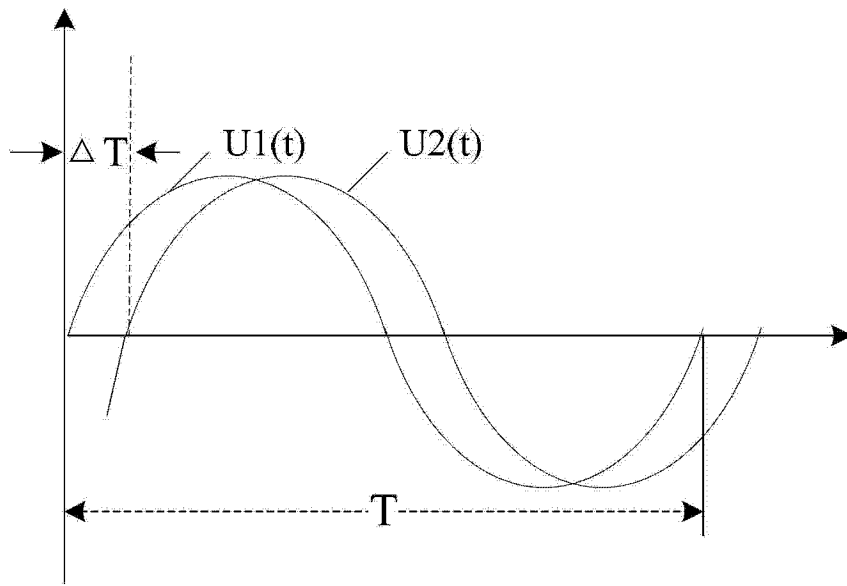


图 1

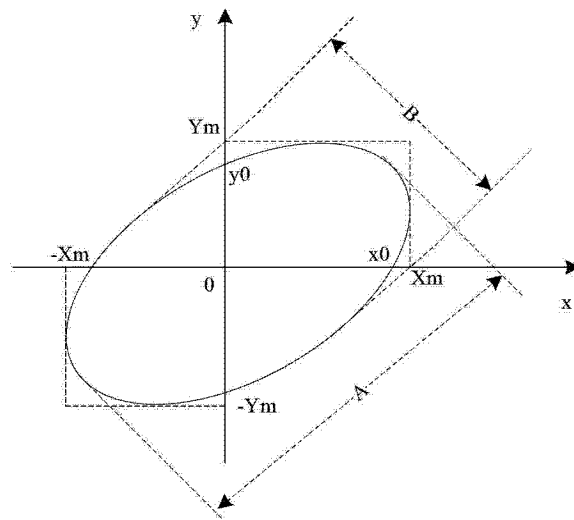


图 2

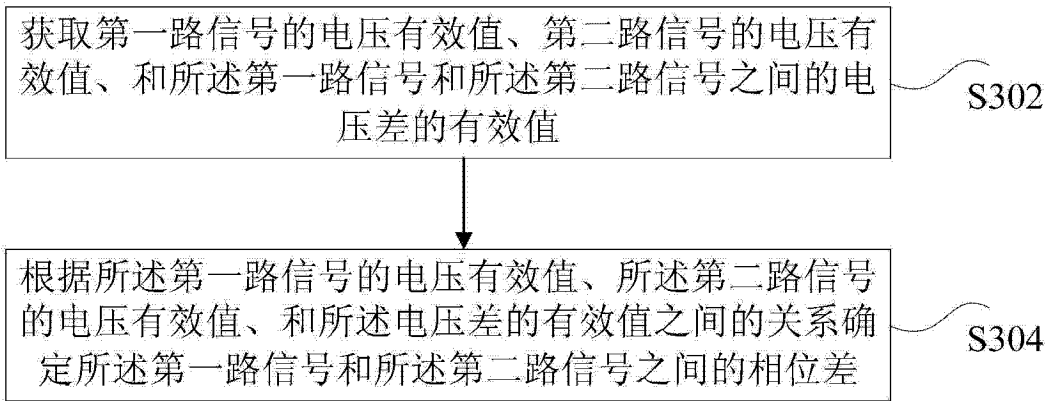


图 3

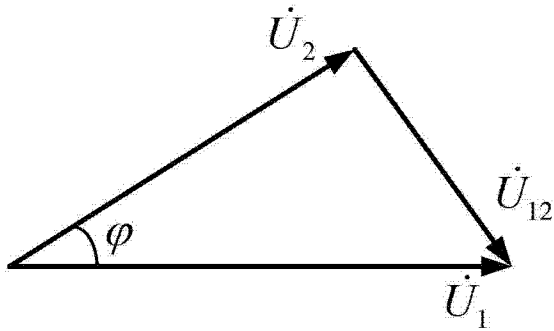


图 4

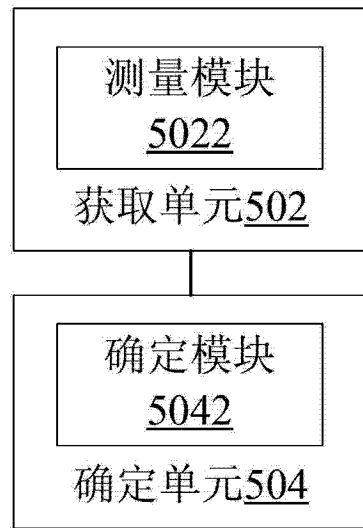


图 5